

# 討 1 造滓原料細粒化による低 SiO<sub>2</sub> 焼結鉄の製造

新日鐵 室蘭 田代 清 須沢昭和 ○相馬英明  
中川美男 細谷陽三 和島正巳

## 1. 緒言

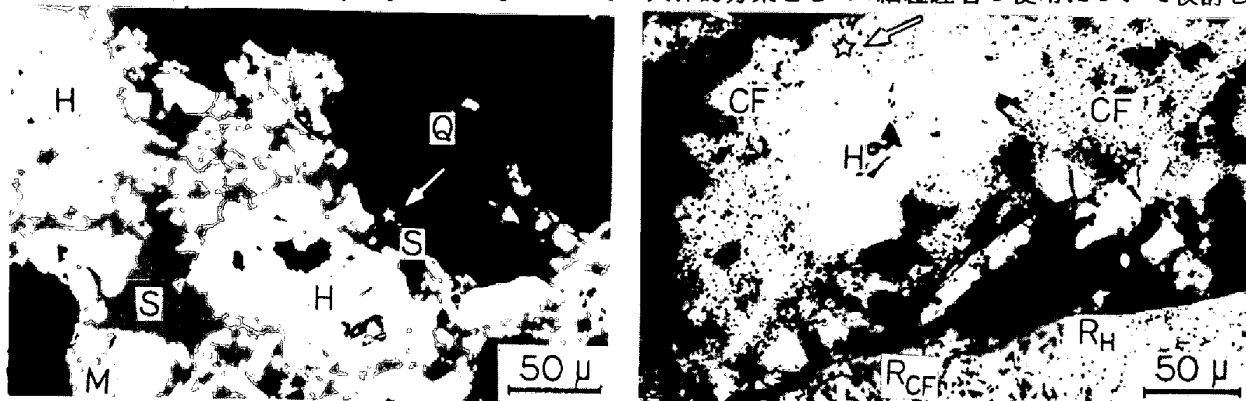
焼結鉄の SiO<sub>2</sub> 含有量の低減は過剰な高炉スラグ量を削減し、高炉燃料比の低減を可能にする。しかし、これまでは焼結鉄の低 SiO<sub>2</sub> 化は焼結鉄の生産性、RDI 等品質を悪化させるので困難であつた。筆者等は造滓原料を細粒化して使用することにより生産性、品質を損わずに焼結鉄の SiO<sub>2</sub> を低減できることを見出し、実機で低 SiO<sub>2</sub> 焼結鉄を製造し、高炉で燃料比低減効果を確認した。

## 2. 焼結プロセスにおける融体の生成機構

層厚 400mm のサンドシール型試験鍋<sup>(1)</sup>を用いた焼結試験において、Flame front が grate 面から 180mm の位置に達した時にプロアーを止め、下方から窒素 100Nl/min を流入してベッドを急冷後、ベッド断面組織を調べ、焼結反応の進行過程、融体の生成挙動等を検討した。

原料は、粗粒を核としてそのまわりに細粒が付着した擬似粒子<sup>(2)</sup>を形成している。融体は擬似粒子の付着粒子部分から生成し始める。(Photo 1) 融体は周囲の粒子を溶かしこみながら次第にその量を増していく。しかし、粗粒は完全には溶融せず、それら未溶融粒子を融体が結合してシンターケーキが形成される。融体にはシリケート系と Ca フェライト系の 2 種類があり、両者は不均一に分布している。前者は SiO<sub>2</sub> 源の多い箇所に、後者は石灰の多い箇所に多く認められた。融体生成機構に関する従来の報告は必ずしも一致していないが、それは原料組成、焼結雰囲気などの違いによるものと考えられる。

従来より、融体量を確保するために、融体の主成分である CaO 源、SiO<sub>2</sub> 源として石灰石、珪石、蛇紋岩などが添加されているが、これら造滓原料も粗粒のものは滓化しないことが多い。とりわけ、珪石、蛇紋岩等 SiO<sub>2</sub> 源にその傾向が顕著である。Photo 2 に示すように、約 1 mm 以上の珪石は造滓剤としての機能をほとんど果たしていないことが観察された。未滓化の造滓原料を迅速かつ完全に滓化させることができれば、焼結鉄のスラグ量つまり SiO<sub>2</sub> 量を低減できると考えられる。そこで、その具体的方策として、細粒珪石の使用について検討した。



H:ヘマタイト(鉄石)、M:マグネタイト、CF:Caフェライト、S:スラグ、Q:石英、R<sub>CF</sub>:返鉄(Caフェライト)、R<sub>H</sub>:返鉄(ヘマタイト)

XMA 分析結果〔☆印部分〕 (%)

FeO	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Total
20.6	48.6	26.3	4.2	0.5	100.2

XMA 分析結果〔☆印部分〕 (%)

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Total
81.5	1.3	14.1	1.1	0.3	98.3

Photo 1 擬似粒子付着粒子部分から生成した融体 (左:シリケート系、右Caフェライト系)

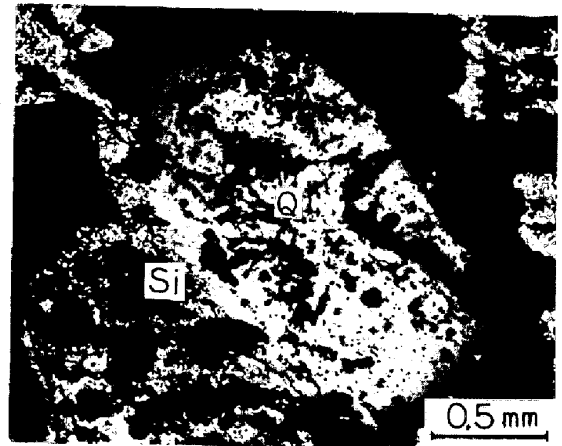
3. 珪石細粒化による焼結鉄 SiO<sub>2</sub> の低減

特に滓化性の悪い珪石をとりあげ、粒度を-5 mmから-1mmに変えて鍋試験(成品CaO/SiO<sub>2</sub>=1.3)を行い、珪石細粒化による焼結鉄 SiO<sub>2</sub> 量低減の可能性について検討した。添加珪石量は0.7~1.7%である。

Fig 1に示すように、添加珪石を細粒化して使用すると生産性、品質いずれも基準配合(珪石-5mm)を上まわる。したがって、基準の生産性、品質を維持しながら焼結鉄のSiO<sub>2</sub>を0.4~0.5%低減できる。

このような効果は、細粒珪石の使用によつて生ずる融体の生成挙動の変化から説明できる。すなわち、細粒珪石の使用により、融体の生成状況、焼結鉄組織は次のように変化する。

- ① 未滓化珪石が大幅に減少し、シリケートスラグ量が増加する。しかも同スラグはガラスとしてではなく、結晶質スラグとして凝固する割合が多い。(強度向上)
- ② 表面に融体の生成した擬似粒子が、融体量の増加に伴つて、比較的容易に流動合体する。つまり固体粒子充填構造からシンターケーキ構造への移行が速に行なわれる。この移行期にある層は通気抵抗が非常に大きいから、この層の幅の減少は通気を向上させる。(焼結時間短縮)
- ③ Fig 2に示すように、還元ゾーンから熔融ゾーンにか



Si : 焼結鉄 Q : 珪石

Photo 2 成品中の未滓化珪石

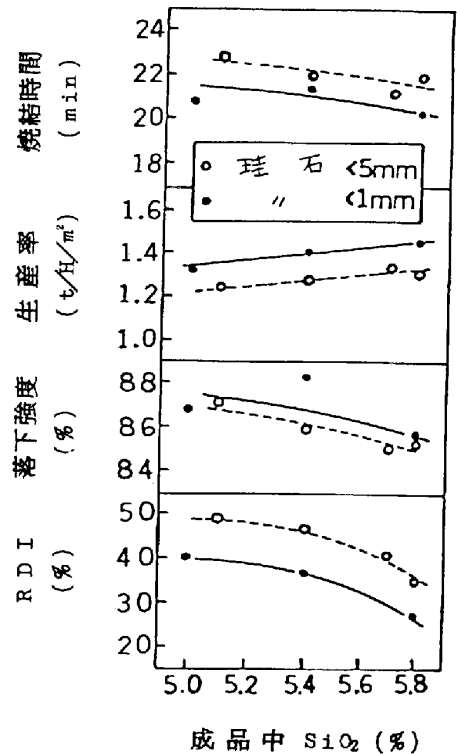


Fig 1 SiO<sub>2</sub> 量低減に伴う生産性、品質の変化

< 焼結条件 >

コークス	3.4%
層厚	400mm
負圧	1700mmAq

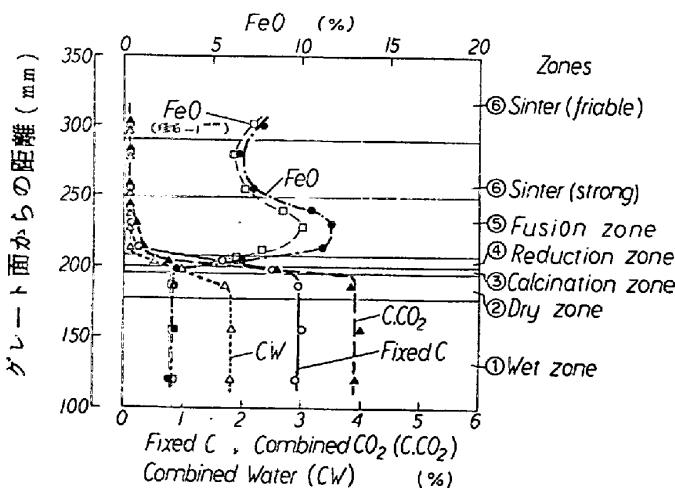


Fig 2 焼結ベッド内の組成の変化  
( 焼結中断窒素冷却鍋試験結果 )

けての酸化鉄の還元が少なく、熔融帯の  $Fe^{++}$  量が減少する。  
したがって、これが酸化されて生ずる再酸化ヘマタイト量  
も減少する。(RDI改善)

4. 低  $SiO_2$  焼結鉄の高温性状

Fig 3 に示すように、 $SiO_2$  量の低減に伴い焼結鉄の軟化溶  
融性が改善される。すなわち、昇温還元率 (1200 °C) が向上し、  
圧損最大値、圧損を温度で積分した S 値<sup>(8)</sup> が減少する。

これらは高温域における熔融スラグ量の減少による効果と推  
察される。特に、Fig 4 に示すように、約 1100 °C 以上の高温  
域において昇温還元率が著しく向上するのは、熔融スラグ被覆  
による酸化鉄の還元反応阻害が緩和されるためと考えられる。

5. 低  $SiO_2$  焼結鉄の実機製造試験

基礎試験の結果を踏まえて、室蘭 6 DL (460m<sup>3</sup>) において添  
加珪石 (1~1.5%) の細粒化 (-5mm → -1mm) による低  
 $SiO_2$  焼結鉄製造試験を実施した。結果を Table 1 に示す。

試験-1 では、生産性、品質を維持しながら、焼結鉄  $SiO_2$   
を 5.7% から 5.2% まで低減できた。

試験-2 では、 $SiO_2$  と  $FeO$  の同時低減を図った。

すなわち、 $Al_2O_3$  量削減、層厚増大 (生産率減) 等による強  
度確保、原料粒径増大による通気向上等を併行実施しながら、  
原料の  $SiO_2$  量、コークス配合率を下げ、焼結鉄の  $SiO_2$  量を  
約 4.9%、 $FeO$  を約 4.6% まで低減した。これに伴い、被還元  
性が向上し、軟化溶融性が改善された。しかし、強度、RDI  
は若干悪化した。

これら低  $SiO_2$  焼結鉄を高炉で使用し、焼結鉄の高温性状改  
善、高炉スラグ量減少による高炉燃料比低減を確認した。<sup>(9)</sup>

試験条件

試料 10~13mm  
試料層 42mmφ×35mm  
ガス {  $CO\ 30 + N_2\ 70$   
6.5cm/S  
昇温 10°C/min

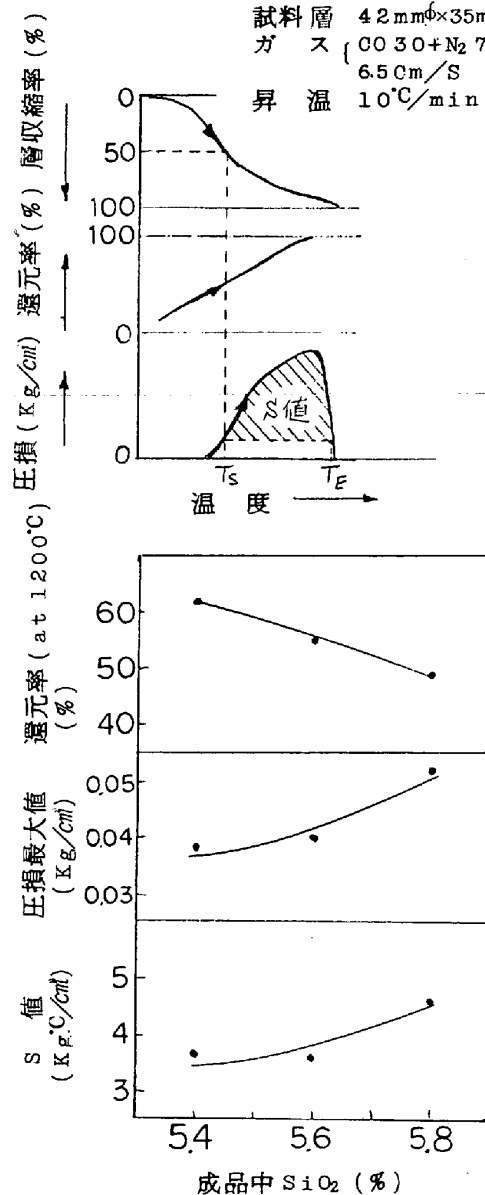


Fig 3 焼結鉄の  $SiO_2$  量と軟化溶融性の関係

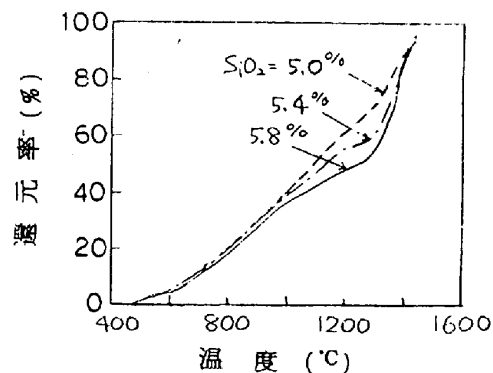


Fig 4  $SiO_2$  低減に伴う還元パターンの変化

## 6. 結 言

造滓原料のうち 滓化性の悪い珪石を一1 mmに細粒化して使用することにより、生産性、品質を損なわずに焼結鉄のSiO<sub>2</sub>量を低減できることを見出した。この知見にもとづき、実焼結機でSiO<sub>2</sub> 5.2～4.9%の低SiO<sub>2</sub>焼結鉄を製造し、高炉での燃料比低減効果を確認した。

Table 1 低SiO<sub>2</sub>焼結鉄の実機製造試験結果

	試 験 1 (1978.8)			試 験 2 (1980.9)			
	基準 1	試験 1A	試験 1B	基準 2	試験 2A	試験 2B	
生 産 量 (t/h)	363	383	360	507	448	548	
コークス配合率 (%)	3.05	3.05	3.05	3.34	2.95	2.94	
配合原料平均粒径 (mm)	2.87	2.48	2.76	2.59	2.92	2.76	
層 厚 (mm)	570	570	570	485	581	571	
成 品 歩 留 (%)	78.1	78.1	78.1	73.3	77.7	76.5	
コークス原単位 (Kg/t-s)	44.0	44.1	44.1	51.3	42.7	43.1	
COG原単位 (Nm <sup>3</sup> /t-s)	4.3	4.1	4.1	3.6	3.6	3.2	
焼 結 鉄	SiO <sub>2</sub> (%)	5.70	5.33	5.24	5.73	4.93	5.02
	FeO (%)	5.10	5.52	5.06	6.62	4.64	4.81
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	1.70	1.71	1.70	1.96	1.79	1.78
	CaO/SiO <sub>2</sub> (-)	1.46	1.46	1.46	1.50	1.46	1.48
	TI (%)	73.5	73.9	73.7	70.9	69.8	68.9
	RDI (%)	32.1	29.9	28.1	29.0	30.4	31.0

## 参 考 文 献

- (1) 田代 清、相馬英明、細谷陽三、和島正巳：学振54委資料 54-1451 (1978)
- (2) 菅原欣一、清水 亮：鉄と鋼 58 (1972) S.46
- (3) 小島鴻次郎、永野恭一、稲角忠弘、岸 忠男、品田功一：鉄と鋼 56 (1970) p1789
- (4) 佐々木 稔、榎戸恒夫：製鉄研究 (1976) №288 p19
- (5) 松野二三郎：鉄と鋼 64 (1978)10 p1499
- (6) 楊 澈基、正路徹也、武内寿久弥：日本鉄業会誌 94 (1978-9) p575
- (7) F.Gales, R.Winand：Memor. Scient. Rev. Mét. LXX (1973) 5 p341
- (8) 下村泰人、九島行正、沖川幸生、有野俊介：学振54委資料 54-1472 (1978)
- (9) 新日鉄室蘭：第57回製鉄部会資料，鉄57-10-自 (昭55年11月)